植物保護學會會刊　37: 357～380, 1995

台灣農作害蟲生物防治近二十年之進展

羅幹成[1]　　陳秋男[2]

1. 台灣省農業試驗所
2. 行政院農業委員會

(接受日期：84年11月6日)

緒　　言

臺灣經過 30 多年依賴農藥治蟲之後，發現農藥猶如環境的「鎮靜劑」，雖有立刻「鎮靜」之效，但卻也容易上癮，且非治本之道。農藥使用不當或長期使用，非但不能解決問題，還容易引起不良的副作用，例如害蟲產生抗藥性，導致用藥量及次數愈來愈高，惡性循環結果，造成農產品農藥殘毒、傷害天敵及環境污染等問題。於是不得不重新反省，尋求開發農藥之外的防治方法，以減低對農藥之依賴，其中生物防治即係最主要的替代方法。所謂「生物防治」，是以人為方式，利用生物的力量，來調節某一對象害蟲的數量，使害蟲不致造成危害損失的作法。常被利用的生物包括捕食性或寄生性天敵，以及可使害蟲罹病的病原微生物，如眞菌、細菌、病毒、線蟲及原生動物等。本文僅討論捕食性及寄生性天敵之利用。為排除主客觀限制因素，以積極推動生物防治之技術研發與應用推廣，中央農政單位乃政策性地列入重點施政項目，於 1982 年開始編列預算成立「生物防治重點研究計畫」，並與其他非農藥防治技術合併，於 1987 年成立國家級中、長程研究計畫，銜接技術研發，技術轉移，大量生產與推廣應用之一貫整體考量的計畫。並斥資於農試所興建一座天敵檢疫室，作為引進天敵之隔離檢疫及與外國交換天敵之中心，應推廣之需，補助設立三處天敵大量飼養供應站，使得東部與西部推廣所需天敵得以順利供應。為建立國際合作，便利研究人員互訪、天敵交換、資料交流、合作研究與人才培訓，更與美國夏威夷州農業廳於 1982 年 5 月簽訂「害蟲生物防治合作協定」，對我國近年來生物防治之發展，具有莫大助益。1994 年 12 月省農林廳與夏威夷州農業廳更擴大範圍，簽署合作協議，相信當更有助雙方農業科技發展 (陳，1988)。經過 20 多年來努力，此項生物防治技術已漸趨普及，玆將既有成果，簡述如下。

害蟲天敵之資源調查

為了利用及保育本地的天敵，近三十年來，先後完成對糧食作物 (水稻、玉米、大豆及甘藷等)、蔬菜、果樹 (柑橘、龍眼、荔枝、檬果、梨、葡萄、釋迦等) 及其他特作 (茶、煙草、桑等) 等作物之重要害蟲天敵資源的調查 (表一)。

表一、本省主要作物害蟲天敵種類調查

作物別	害蟲種類或種數	天敵種數 (寄生，捕食)	重要天敵
水稻	稻蝨類	39 (22，17)	卵寄生蜂、螯蜂、狼蛛、盲椿象等
	縱捲葉蟲	25	赤眼卵蜂
玉米	玉米螟	5	赤眼卵蜂
	玉米穗蟲	3	赤眼卵蜂
	玉米蚜蟲	10 (5，5)	蚜小蜂、蚜繭蜂、瓢蟲、食蚜虻、
大豆	約 30 種	約 50 種	三紋螟蛾絨繭蜂、黃斑粗緣椿象、
甘藷	約 10 種	約 22 種	鳥羽蛾雙溝小繭蜂
蔬菜	小菜蛾	3 (2，1)	小繭蜂、姬蜂、黃斑粗腿緣椿象、
	紋白蝶	6 (3，3)	蛹金小蜂、大腿小蜂
	斜紋夜盜	27 (15，12)	馬尼拉小繭蜂、黃斑粗腿緣椿象、
	擬尺蠖	5 (4，1)	小繭蜂、大腿小蜂
	桃蚜	43 (6，37)	岐阜蚜繭蜂、瓢蟲、草蛉
柑橘	約 53 種	約 100 種	見羅及邱 (1985) 編著之柑橘害蟲及其天敵圖說
龍眼	膠蟲	13 (6，7)	跳小蜂、凹胸小蜂、囓膠夜蛾等
茶	約 7 種	約 40 種	小黑瓢蟲、赤眼卵蜂、介殼蟲寄生蜂、小繭蜂等
檬果	約 35 種	約 28 種	卵寄生蜂、赤眼卵蜂、草蛉等
荔枝	約 31 種	約 20 種	赤眼卵蜂、卵寄生蜂、草蛉等
楊桃	約 13 種	約 8 種	小黑瓢蟲、草蛉、寄生蜂等
梨	約 21 種	9 (5，4)	卵寄生蜂、瓢蟲、草蛉等
約200種植物	約 60 種粉蝨	約 20 種以上寄生蜂	廣腹細蜂科 (Platygastridae) 1屬、蚜小蜂 (Aphelinidae) 3 屬

一、稻作害蟲之天敵

稻作害蟲以稻蝨類和縱捲葉蟲較重要，稻蝨類共發現寄生天敵有 22 種，其中以�february小蜂科之 *Anagrus* 與 *Gonatocerus* 屬之卵寄生蜂，以及螯蜂與頭虻等若蟲與成蟲寄生蜂較重要；捕食性天敵 17 種，其中以六點狼蛛 (*Lycosa pseudoannulata*)，裂頭小盤蛛 (*Oedothorax insecticeps*)，綠盲椿象 (*Cytorhinus lividipennis*) 及黑盲椿象 (*Tytthus mundulus*) 等最爲重要，縱捲葉蟲之天敵共發現 25 種，其中以赤眼卵蜂 (*Trichogramma chilonis*)，與小繭蜂 (*Apanteles cypris*) 最爲普遍，前者之寄生率可高達 52.9% (陳及邱，1983)。

二、玉米害蟲之天敵

玉米主要害蟲有玉米螟、玉米穗蟲及玉米蚜等三種，玉米螟之天敵有赤眼卵蜂 (*T. chilonis*, *T. ostriniae* 及 *Trichogrammatoidea* sp. 等三種)，以及寄生幼蟲的一種寄生蠅和一種姬蜂，其中以卵

寄生蜂 *T. ostriniae* 約佔 95% 爲優勢種，爲目前玉米螟生物防治田間釋放蜂種；玉米蚜天敵以蚜小蜂 *Aphelinus* sp.、蚜繭蜂、七星瓢蟲，錨紋瓢蟲及食蚜虻爲主。

三、大豆害蟲之天敵

本省大豆害蟲種類甚多，約達30種，其天敵已記錄者多達50種左右，其中以三紋螟蛾絨繭蜂 (*Apanteles inquisitor*) 及黃斑粗喙椿象 (*Eocanthecona furcellata*) 最爲重要 (錢等，1984)。

四、甘藷害蟲之天敵

甘藷害蟲計有10種左右，主要寄生性天敵有22種，其中以寄生於鳥羽蛾與白鳥羽蛾幼蟲之雙溝小繭蜂 (*A. bisulcata*) 最普遍，其寄生率最高可達 71.4% (邱等，1978)。

五、蔬菜害蟲之天敵

農試所調查多種蔬菜害蟲之天敵，其中小菜蛾之寄生性天敵，以小繭蜂 *A. plutellae* 較常見 (邱及錢，1972)；而捕食性天敵有黃斑粗喙椿象一種。白粉蝶有寄生性天敵與捕食性天敵各3種，寄生性以蛹金小蜂 (*Pteromalus puparum*) 發生最普遍，在每年4-6月間，寄生率可達90% (邱，1985)。斜紋夜盜之本地產寄生天敵有 15 種，以馬尼拉小繭蜂 (*Snellenius manilae*) 之發生率達91.3%，最爲普遍，爲該蟲最重要之天敵 (邱及周，1976)；其捕食性天敵有12種，仍以黃斑粗喙椿象較爲重要。甘藍擬尺蠖之寄生性天敵主要包括赤眼卵蜂 (*T. chilonis*)，小繭蜂 (*Apanteles* sp. 與 *A. ruficrus*) 及大腿小蜂 (*Brachumeria lasus*) 等。桃蚜之主要天敵有 6 種寄生蜂，其中以岐阜蚜繭蜂 (*Aphidius gifuensis*) 最爲重要；而捕食性天敵有 37 種，以七星瓢蟲 (*Coccinella septempuncata*)、台灣草蛉 (*Chrysopa formosana*)、安平草蛉 (*C. boninensis*) 及黑色食蚜虻 (*Syrphus serarius*) 等最具潛力 (Tao and Chiu，1971)。

六、柑橘害蟲天敵

數十年來，農試所從事柑橘害蟲及其天敵之研究，自1981年至1984年間，獲農委會補助，在本省各主要柑橘產區進行害蟲及其天敵資源之調查，結果共記錄53種害蟲及100種天敵，並將調查所得資料編成「台灣柑橘害蟲及其天敵圖說」(羅及邱，1985)。其中以褐圓介殼蟲之好勞小蜂 (*Aphytis holoxanthus*)、刺粉蝨之黃小蜂 (*Prospaltella smithi*) 與粉蝨蠅 (*Acletoxenus* sp.)、球粉介殼蟲之蒙氏瓢蟲 (*Cryptolaemus montrouzieri*) 與廣角跳小蜂 (*Anagyrus sawadai*)、柑橘木蝨之跳小蜂 (*Diaphorencyrtes aligarhansis*)、鳳蝶之赤眼卵蜂 (*T. chilonis*)、潛葉蛾之串繭跳小蜂 (*Ageniaspis citricola*)、吹綿介殼蟲之澳洲瓢蟲 (*Rodolia cardinalis*) 等最爲常見而重要。

七、龍眼害蟲之天敵

龍眼樹之首要害蟲爲膠蟲，其天敵經調查得 6 種寄生蜂，分別爲跳小蜂 (*Parechthrodyinus* sp.)、凹胸黃色跳小蜂 (*Eupelmus tachandiae*)、紫色釉小蜂 (*Tetrastichus purpureus*)、紫色跳小蜂 (*Tachardiaephagus* sp.)、黃色跳小蜂 (*T. tachardiae*) 及介殼蟲小蜂 (*Phuscus* sp.) 等；而捕食性天敵七種中，以嚙膠夜蛾 (*Eublemma* spp.) 較普遍 (邱等，1981)。

八、茶樹害蟲之天敵

茶業改良場對茶樹害蟲及天敵調查，在 7 種主要害蟲中，約得40種天敵，其中茶葉蟎 (*Oligonychus coffeae*) 之天敵以小黑瓢蟲 (*Stetherus optus*) 與小黑隱翅蟲 (*Oligota* sp.) 密度最高而有經濟價值；茶姬捲葉蛾天敵中以小繭蜂 (*Apanteles* sp.) 佔 64.5% 最多，其在5-8月間田間寄生率達31.7%，頗有利用價值；茶

小綠葉蟬有12種卵寄生蜂，其中以細翅小蜂之 *Stethynium* sp. 分佈全省茶區，發生率達 60.3%，最具利用價值 (陳，1983)。

九、熱帶果樹害蟲之天敵資源調查

近年來農試所正從事主要經濟作物害蟲寄生性天敵資源蒐集工作。至目前為止，計在檬果、荔枝及楊桃上得害蟲分別有35、31及13種，天敵則分別有28、20及8種。另採得梨樹害蟲有21種，寄生性天敵約有5種，捕食性天敵有錨紋瓢蟲 (*Lemnia biglagiata*)，六條瓢蟲 (*Menochilus sexmaculatus*)，螳螂及草蛉等 (周，未發表資料)。

十、粉蝨類天敵資源之調查

此外自1993至1995年間，在全省調查約自200種以上的植物上採得粉蝨 60種，且自其中50種粉蝨飼育得寄生蜂約達20種以上。如廣腹細蜂科 (*Platygastridae*) 之 *Amitus hesperidum*，蚜小蜂科 (Aphelinidae) 之 *Encarsia*、*Encarsiella*、*Eretmocerus* 三屬最為普遍，結果也顯示有三種本地寄生蜂已習於寄生近年入侵之溫室粉蝨 (周，未發表資料)。

天敵之保育與利用

一、選擇性或低毒性藥劑之篩選

1974 年農試所曾測試 11 種蔬菜常用藥劑對小菜蛾幼蟲小繭蜂 (*A. plutellae*) 之毒性，結果發現在不同藥劑間對小繭蜂之毒性有顯著差異 (張，1974)；然後又測定 8 種玉米田推荐之農藥對二種赤眼卵寄生蜂 (*T. chilonis* 與 *T. ostriniae*) 之毒性，結果發現供試之殺蟲劑均對該二卵蜂具毒性，而殺菌劑中，以 Maneb 與 Zineb 之毒性較低 (未發表資料)；最近又從事藥劑對非洲菊斑潛蠅之天敵華釉小蜂各蟲期之影響測試，結果培丹、硫賜安、三落松之毒性最高，白粉松次之，阿巴汀再次之，賽滅淨最低，雖然如此，但阿巴汀和賽滅淨仍對成蜂產生減低產卵寄生之亞致死影響，因而使其子代數顯著下降，而就藥劑與華釉小蜂之相容性，則以賽滅淨最佳 (錢，未發表資料)。

邱與鄭 (1976) 測定28種防治稻蝨類藥劑對稻蝨類三種重要捕食性天敵 (六點狼蛛、裂頭小盤蛛、綠盲椿象) 之毒性，結果發現所有供試藥劑對綠盲椿象之毒殺率均達80% 以上；而對另外兩種捕食性蜘蛛之毒性，以 Orthane、Azodrin、MTMC、Sevin 及 Disyston 較低；朱等 (1976) 亦測定9種防治稻蝨與螟蟲之藥劑對上述兩種捕食性蜘蛛捕食力之影響，結果二種蜘蛛對藥劑之反應各有不同，其中 Cidial、Lebaycide、Malathion、Methyl parathion 及 PM 對六點狼蛛之 LC50 介於 15-150ppm 之間，顯示毒性甚高；而對裂頭小盤蛛除 Lebaycide 與 PM 分別為370和420ppm外，其餘藥劑均在 1,000ppm 以上，故對裂頭小盤蛛而言，供試之藥劑均屬低毒性者；黃等 (1986) 測定番石榴常用13種殺蟲劑對粉介殼蟲天敵蒙氏瓢蟲各生育期之毒性，結果供試藥劑對蒙氏瓢蟲一、二齡幼蟲之毒殺率在8.6與29.3% 之間，而多數藥劑對蛹期之毒性更低，對成蟲之毒殺率除 Dursban 和 Sumithion 分別為 15 和 50% 外，其餘藥劑均高達96% 以上；吳與羅 (1988) 測定 14 種藥劑對基徵草蛉 (*Mallada basalis*) 之毒性，發現三種供試除蟲菊劑比其他各類藥劑更具選擇性；近年來試驗顯示在推荐濃度下，殺蟎劑和殺菌劑之毒性極低，合成除蟲菊之毒性較低；在施藥初期之毒性以氨基甲酸鹽劑和有機磷劑最高，但 4-7 天之後，殘毒消退快速至無害程度 (曾，未發表資料)。

羅與趙 (1975) 測定 23 種藥劑對葉蟎的兩種天敵 (小黑瓢蟲與捕植蟎) 之

毒性，結果發現 Lannate 與 Carbaryl 之毒性最強，而有機磷劑中除 DDVP 與 Metasystox 之毒性較低外，其餘均強；李與羅 (1989) 測定 14 種殺菌劑，5 種殺蟲劑及 9 種殺蟎劑對法拉斯捕植蟎 (*Amblyseius fallacis*) 之毒性，顯示一般殺菌劑對捕植蟎之毒性均低，其 LC_{50} 均超過推廣濃度 34 倍以上，但其中 Topas 對捕植蟎有強烈的忌避作用；在 5 種各具特性之殺蟲劑測試結果，Cartap 與 Mevinphos 對法拉斯捕植蟎之 LC_{50} 濃度分別爲 0.77 mg/ml 及 0.01 mg/ml，均超過推廣濃度 0.5 mg/ml，Diflubenzuron 對法拉斯捕植蟎之 LC_{50} 濃度爲 53.5 mg/ml，而 Thuricide 則爲大於 10 mg/ml，分別是推廣濃度的 135 及 270 倍，屬極安全之藥劑，可以配合天敵使用，Pirimicarb 對法拉斯捕植蟎之 LC_{50} 濃度爲 0.972 mg/ml 僅爲推廣濃度之 3.9 倍，屬中等毒性藥劑；又在 9 種殺蟎劑中，經計算各藥劑選擇比率 (Selectivity Ratio) 後，以 Fenbutatin、Propargite、Avermectin 三種最具選擇性的殺蟎劑，可在捕植蟎釋放後，葉蟎密度太高時使用，但在草莓上避免施用 Propargite，以防發生藥害。

二、天敵遺傳形性之改良與保育措施

以往由於農藥之濫用，害蟲之天敵功能強予抑制，爲了改善此一不利之情勢，一方面推動適時合理之施藥防治，另一方面給予天敵人爲之助力，強化其遺傳形性，使其具備抗藥性之能力，雖在施藥之環境下，仍能發揮其對害蟲 (蟎) 之壓抑功能。農試所 (1983-84) 曾自不同地點及作物上之溫氏捕植蟎 (*Amlyseius womersleyi*) 對各種藥劑之感度互有差異，感度差在 6-40 倍之間，可見在本省田間，已經選育出可供進一步研究和利用之抗藥性之捕植蟎 (羅，未發表資料)；至最近農試所 (1995) 更進一步篩選強化得溫氏捕植蟎抗藥的三品系：抗美文松品系，其抗性比值爲 15 倍；抗加保扶品系，其抗性比值高達 1565 倍；抗畢芬寧品系，其抗性比值竟高達 2500 倍之遙 (羅，未發表資料)。

農試所曾分別在新竹和台中調查比較施藥與否對稻蝨類重要天敵，如卵寄生蜂、六點狼蛛與裂頭小盤蛛族群密度之影響，結果顯示不施藥區之稻蝨卵被寄生率與該兩種捕食性蜘蛛之密度均較施藥區爲高 (邱，1978；陳與邱，1979)，可見減少稻田施藥或不施藥，較有利於稻蝨天敵之棲習和活動。

農試所曾進行水稻不同行株距及其對兩種捕食性蜘蛛發生密度之影響，結果發現在水稻發育中期以後，該兩種蜘蛛在寬植區 (35 × 35 cm) 之密度均比密植區 (20 × 15 cm) 者爲高，且差異顯著，由此似可推測此等捕食性蜘蛛較喜在寬植之稻株環境下活動 (邱及陳，1981)，由此可知棲息環境之改善，可以強化天敵對害蟲之壓抑效果。

國際合作

1982 年 5 月行政院農業委員會與美國夏威夷州農業廳簽訂「害蟲生物防治合作協定」，並敦請當時任職於夏威夷農業廳植物保護主管亦爲昆蟲學專家賴博永博士來台評估生物防治研究成效，協助多項害蟲天敵的引進工作，如 1983 年 11 月間，經由賴博士之助，自關島引進可可椰子紅胸葉蟲天敵釉小蜂 (*Tetrastichus brontispae*)，因而使可可椰子紅胸葉蟲之防治踏出成功的第一步。在此同時，亦經夏州農廳賴博士之協助，自法屬留尼旺島 (Reunion)，引進柑橘木蝨之天敵亮腹釉小蜂 (*Tamarixia radiata*)，此蜂已全面在台灣立足，並對柑橘木蝨具有顯著之寄生及取食之效果，尤其在月橘上可經年出現抑制木蝨之密

度。1986 年本省首次發現香蕉挵蝶爲害香蕉，乃於 1987 年在夏州農廳賴博士之協助下自夏威夷引進卵期之寄生蜂(*Ooencyrtus eriontae*)，經略加繁殖予以釋放屏東地區，均獲得立足。1983 年亦透過賴博士之助，自夏威夷引進西方捕植蟎(*Metaseiulus occidentalis*) 和加州捕植蟎(*Amblyseius californicus*)，前者在台灣立足困難，後者除本省高海拔地區外，均能立足。

除引進天敵之外在此期間於 1983 年農試所應夏州農廳之請，輸出本省產小菜蛾之天敵絨繭蜂 (*Cotesia plutellae*) 至夏威夷州，結果此寄生蜂已在夏州之 Maui 與 Oahu 島立足。

爲加強與美國夏威夷農廳生物防治合作協議計畫，並培育人才，於 1987 年由農委會支助農試所周樑鎰博士前往夏威夷研習生物防治配合技術，包括天敵分類，引進檢疫隔離，大量生產及防治潛力評估等，爲期兩個月，成效甚優。1994 年 12 月台灣省政府與夏威夷州更進一步簽署擴大合作協議，其中害蟲生物防治乃爲主要項目之一，由農試所提出作物病蟲害生物防治之計畫，進行五年之長程合作研究。昆蟲方面提出螺旋粉蝨、銀葉粉蝨及溫室粉蝨爲防治對象，擬徹底解決此三大入侵之害蟲。

新害蟲(蟎)之入侵與天敵之引進

爲了防治國外侵入之害蟲 (蟎)，通常引進天敵是首先被考慮的措施，而在本土重要害蟲中，若缺乏天敵之資源可供利用，亦可引進國外之有效天敵予以馴化應用。二十餘年來，國外入侵之害蟲 (蟎) 種類、引進天敵種類、生物防治所需之設施和研究利用之成果，現分項簡要報導如下。

一.新害蟲(蟎)侵入台灣之記錄

由於交通的便利，貿易的頻繁，其中農產品及種苗的進出口量急速增加，使國外害蟲 (蟎) 侵入本省的機會大增。自 1975 年起，本省記錄侵入之害蟲及害蟎計有 11 種 (如表 二)，侵入之害蟲計有可可椰子紅胸葉蟲、梨瘤蚜、銀合歡木蝨、香蕉挵蝶、非洲菊斑潛蠅、溫室粉蝨、螺旋粉蝨及稻水象鼻蟲等 8 種；害蟎計有維也納葉蟎、歐洲葉蟎及二點

表二 、二十年來新害蟲及害蟎侵入台灣之記錄

中名	普通名及學名	侵入記錄年
可可椰子紅胸葉蟲	Coconut leaf beetle (*Brontispa longissima*)	1975
維也納葉蟎	Vienna spider mite (*Tetranychus viennensis*)	1976
梨瘤蚜	Pear phylloxerid (*Aphanostigma piri*)	1979
歐洲葉蟎	European spider mite (*Panonychus ulmi*)	1979
二點葉蟎	Two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*)	1979
銀合歡木蝨	Jumping plantlice (*Heteropsylla cubana*)	1985
香蕉挵蝶	Banana skipper (*Erionota totus*)	1986
非洲菊斑潛蠅	American leafminer (*Liriomyza trifolii*)	1988
溫室粉蝨	Greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorun*)	1988
螺旋粉蝨	Spiraling whitefly (*Aleurodicus despersus*)	1989
稻水象鼻蟲	Rice water weevil (*Lissorhoptrus oryzophilus*)	1990

葉蟎等 3 種。入侵之害蟲和害蟎中，造成嚴重危害的有可可椰子紅胸葉蟲、梨瘤蚜、非洲菊斑潛蠅、螺旋粉蝨、稻水象鼻蟲和二點葉蟎等六種，其他種類爲害較輕微且成局部性分佈。

二、害蟲天敵檢疫室之興建

台灣經濟作物害蟲生物防治技術之拓展，除加強本地天敵之保育與利用外，更需從國外引進某些重要害蟲(包括國外侵入之害蟲)之有效天敵，以加強生物天敵之治蟲功能和成效。然而海外天敵之引進，必需先經嚴格的檢疫措施，以免其他有害物種，如天敵本身的重複寄生物、病原菌、毒素及害草等附著於引進之蟲體或其包裝物、塡充物等進入本省，而招致不良後果。農業委員會有鑑於此，乃於 1983 年補助台灣省農業試驗所建造天敵引進檢疫室一棟，是比照美國農部益蟲研究室之設計，佔地有 $200M^2$，內部包括辦公室、包裝與記錄室、三曲通道、檢疫消毒室、隔離觀察室及檢疫飼育室等。通道牆壁爲黑色，壁上裝置誘蟲燈以誘殺可能進入檢疫室之雜蟲；內部有高壓殺菌斧、生長箱、無菌箱、烤烘箱、鏡檢設備及冰箱等。該檢疫室已於 1985 年建造完成，提供本省引進或輸出天敵時檢疫之用。爲本省害蟲及害蟎生物防治研究奠定基石(圖一)。

三、害蟲天敵之引進

二十餘年來台灣各學術研究機構引進天敵有記錄者，列於表三，在引進二十五批共二十三種天敵中，經繁殖利用成功者僅有對可可椰子紅胸葉蟲之釉小蜂 (*Tetrastichus brontispae*)，柑橘木蝨之天敵亮腹釉小蜂 (*Tamarixia radiata*)，二點葉蟎之天敵法拉斯捕植蟎 (*Amblyseius fallacis*) 和智利捕植蟎 (*Phytoseiulus persimilis*) 等共四種而已，成功率佔總數的 18%；已在台灣立足者尚有紋白蝶的天敵小繭蜂 (*Apanteles glomeratus*)、二點葉蟎之天敵加州捕植蟎 (*Amblyseius californicus*)、小菜蛾的天敵寄生蜂 (*Diadegma eucerophaga*)、香蕉挵蝶的天敵二種寄生蜂 (*Cotesia eriontae*) 和 (*Ooencyrtus erionotae*)、荔枝細蛾的卵寄生蜂 (*Trichogrammatoidea bactrae fumata*) 及綠椿象卵寄生蜂 (*Trissolcus basalis*) 等七種，佔總引進種數的 30.4%，若以成功者與立足者合計有十一個立足的案例，佔全部引進種數的 47.8%，此一天敵引進立足和成功率與美國天敵引進立足和成功率相較極爲相近，且略爲高些。本省糖業研究所曾自 1957 年至 1990 年止共引進天敵昆蟲 17 種、微生物 7 種及線蟲 1 種，除微生物和線蟲外，該所曾先後釋放古巴蠅 (*Lixophaga diatraea*)、亞馬遜蠅 (*Metagonistylum minense*)、西印度小繭蜂 (*Bassus stigmatera*)、印尼姬蜂 (*Isotima javensis*)、紫螟寄生蠅 (*Sturmiopsis inferens*)、印度蟻蜂 (*Gonizus indicus*)、印度白螟小繭蜂 (*Rhaconotus scirpophaga*)、法西斯赤眼卵蜂 (*Trichogramma fasciatus*)、印度紫螟蛹寄生蜂 (*Trichospilus diatraea*)、夏威夷土蜂 (*Campsomeris marginella modesta*) 及綿蚜寄生蜂 (*Encarsia flavoscutellum*) 等 11 種天敵，於蔗田防治甘蔗害蟲，而可回收得古巴蠅，印尼姬蜂及紫螟寄生蠅等 3 種。

1993 年農試所自亞蔬中心轉來國外引進赤眼卵蜂 18 種，連同本所原已飼育保存之本地種 2 種，故農試所目前正飼育保存赤眼卵蜂計有 20 種，正從事篩選評估和利用研究中(表四)。

害蟲天敵之大量生產及利用研究

對本土常見之害蟲天敵，可透過減少施藥或施用選擇性藥劑及其他保育等措施，使其田間族群密度增加，因而可

表三、引進天敵防治害蟲(蟎)之記錄

引入年份	引進之天敵學名	防治對象害蟲(蟎)	引入地	狀態
1971	*Opius importatus*	Beanflies	Hawaii	F
1971	*Opius phaseli*	Beanflies	Hawaii	F
1973	*Apanteles vestalis*	Diamondback moth	Holland	F
1973	*Diadegma fenestralis*	Diamondback moth	Holland	F
1974	*Apanteles glomeratus*	Imported cabbage worm	Japan	E
1983	*Tetrastichus brontispae*	Coconut leaf beetle	Guam	S
1983	*Tamarixia radiata*	Citrus psylla	Reunion	S
1983	*Trissolcus basalis*	Green stingbug	Hawaii	E
1983	*Amblyseius californicus*	Two-spotted spider mite	Hawaii	E
1983	*Typhlodromus occidentalis*	Two-spotted spider mite	US	F
1984	*Trichogramma nubilale*	Asian corn borer	US	F
1985	*Amblyseius fallacis*	Two-spotted spider mite	US	S
1985	*Diadegma eucerophaga*	Diamondback moth	Indonesia	E
1987	*Cotesia erionotae*	Banana skipper	Hawaii	E
1987	*Ooencyrtus erionotae*	Banana skipper	Hawaii	E
1988	*Dacnusa sibirica*	American leafminer	Holland	F
1988	*Encarsia formosa*	Greenhouse whitefly	Holland	F
1988	*Trichogrammatoidea bactrae fumata*	Litchi fruit borer	Thailand	E
1988	*Curinus coeruleus*	Jumping plantlice	Hawaii	F
1989	*Typhlodromus occidentalis*	Two-spotted spider mite	US	-
1989	*Phytoseiulus persimilis*	Two-spotted spider mite	US	S
1990	*Phytoseiulus persimilis*	Two-spotted spider mite	Australia	S
1990	*Nephaspis annicola*	Spiraling whitefly	Hawaii	F
1990	*Nephaspis bicolor*	Spiraling whitefly	Hawaii	F
1993	*Macrocentrus grandii*	Asian corn borer	US	F

E: established; F: failure; S: successful

表四、農試所保存之赤眼卵蜂種及其來源

蜂種	來源	蜂種	來源
Trichogramma agrotidis	法國	*Trichogramma maidis*	法國
T. cacoeciae	蘇聯	*T. nubilale*	美國
T. chilonis	台灣	*T. ostriniae*	台灣
T. chilotraea	泰國	*T. pretiosum*	美國
T. confusum	中國大陸	*T. principum*	蘇聯
T. cordubensis	伊朗	*T. semblidis*	蘇聯
T. dendrolimi	中國大陸	*T. trjapitzini*	蘇聯
T. embryophagum	法國	*Trichogramma* sp.	法國
T. evanescens	伊朗	*Trichogrammatoidea bactrae*	泰國
T. japonicum	中國大陸	*T. bactrae fumata*	泰國

有效抑制害蟲之發生，然而對入侵之害蟲或缺乏有效天敵之本地害蟲或雖有有效天敵之本地害蟲，但因天敵遭長期施藥等不利因子之影響，其天敵在短期間無法達至足夠之族群密度，均需引進或搜集本地有效天敵在室內藉由人爲之設施，加以大量繁殖而生產，藉此繁殖之天敵可從事進一步評估和利用研究之所需，如評估值得全面推廣，則應研擬最經濟而簡便之技術，從事商品化之生產。

一、作物害蟲生物防治研究室之興建

爲了強化本省經濟作物害蟲與害蟎之生物防治應用研究，必須增添試驗設備以提升研究水準。80 年代正值稻田轉作，玉米爲主要轉作之作物，爲確保玉米之生產，生產及釋放赤眼卵寄生蜂爲重點工作，農試所負責寄生蜂之基礎研究，如供應玉米螟卵寄生蜂蜂種，蜂種之純化與更新以及蜂片品質之管制等。1985 年農業委員會補助農試所於生物科技大樓中增建一層面積約 330m^2 之害蟲生物防治研究室，建築及設備之經費共計新台幣 12,000,000 元。建築部份包括有卵寄生蜂之寄主昆蟲飼育室 6 間、寄主昆蟲產卵室、寄生蜂繁殖室、寄生蜂冷藏室、貯藏室、工作檢討室及工作室各 1 間。而一般害蟲與害蟎之天敵研究則有實驗室 4 間，研究室 4 間，藥品室、儀器室、器皿消毒室、燻蒸室、暗室及貯藏室各 1 間，已於 1987 年完工使用 (圖 二)。農委會又爲了推動作物害蟎之生物防治研究，於 1987-88 年補助農試所建立蟎類研究用溫室兩棟 (圖 三)，工作室三間及生長箱 5 台，藉以加強對害蟎天敵之生態及大量繁殖之研究，對害蟎之生物防治之相關研究具有深遠的意義。

二、害蟲天敵之大量繁殖

1948 年糖業研究所陳金璧等爲了進行甘蔗螟蟲之生物防治，利用倉庫害蟲外米綴蛾爲代用寄主，發展其大量飼育繁殖工作，以供天敵赤眼卵寄生蜂和古巴蠅之大量繁殖利用之技術，近半世紀來從未間斷，曾對甘蔗螟蟲之防治具有決定性的價值，功不可沒。近二十年來，農試所承接此一重大任務，其他研究單位及大學亦有若干大量繁殖技術之發展，尤其在對害蟲天敵代用寄主之大量繁殖方面的進展，亦具成效。現將各項工作簡述如下。

(一) 卵片機研發成功

農試所鑑於人工製作寄主卵片，所需工資約佔蜂片生產成本之 47%，故於 1982 年設計完成自動製作卵片機原型機壹台，每分鐘可製作 2 × 3.5 cm 之卵片約 190 張，每張約含外米綴蛾卵 1,200 粒，非但節省人工製作蜂片之成本，更可加速卵片之生產，而達快速生產卵寄生蜂之目的 (圖 四)。此卵片機在玉米螟生物防治技術之推行方面，極具價值。後來台南改良場進而製作了較大產能之卵片機，此機型包括 1/4 馬力的傳動馬達一台、輸送紙片之傳動帶、送紙槽、存放膠水便利塗膠作業之貯膠桶、膠水厚薄調整桿、上膠輪、貯存外米綴蛾卵粒之篩卵槽、使篩卵槽內之卵粒均勻撒落之振動亞輪、保持紙片水平之平行網、高低調整螺絲及傳導動力之皮帶。此卵片機之效率比人工操作快約 10 倍，製成 10,000 公頃玉米田所需之蜂片爲三百萬片，可縮短工作時數達 2,626 小時，每小時以新台幣 60 元計算，約節省經費 160,000 元，機械製成之卵片，每片平均卵粒數在 1,100 至 1,400 粒之間，而人工者平均在 900-1,600 粒之間，可見機械製做之卵片卵粒數變異小而一致。

(二) 外米綴蛾大量生產技術之改進

原來繁殖外米綴蛾的過程包括：幼蟲飼育、成蛾收集、及卵粒收集。其中

以收集成蛾費工最多，在養蟲室內成蛾羽化後即飛至牆壁或天花板停留。收集時須清晨利用雞毛撢子沿牆壁或天花板，將成蛾刷落至塑膠袋內，然後再倒入產卵筒中，此種作業必須每日進行，需要維持大量勞工，故生產每 cc 外米縰蛾卵需要新台幣 40 元。農試所有鑑於此，利用外米縰蛾成蛾一旦羽化即飛離及遇平滑材質即往下掉落的習性，發展一漏斗狀將層層放置之飼育容器串連在一起，上下之間留有孔道，方便所有羽化之成蛾能順利下滑至最底部的集蛾瓶中，此法構造相當簡單，操作甚為便利 (圖 5)，經初步估算，生產每 cc 外米縰蛾卵僅需新台幣 10元，除了節省大量工資外，產量增加也是生產成本降低的主要原因。

㈢ 綠椿象卵寄生蜂之大量繁殖

中興大學曾於 1983 年自夏威夷引進一種綠椿象卵寄生蜂 (*Trissolcus basalis* (Woll.))= *Microphanurus basalis* (Woll)，以防治綠椿象 (*Nezara viridula* (L.))(蘇、曾，1984)，引進之後即發展此卵寄生蜂之大量繁殖技術，即在 28 ℃ 下，將即將孵化之綠椿象卵塊固定在新鮮玉米穗上，懸掛在網箱內，供孵化之綠椿象若蟲吸食，同時在網箱內放置盆栽大豆植株，供為綠椿象若蟲成蟲取食、棲息及產卵之用。當若蟲蛻化而為成蟲，交尾後，雌蟲即產卵塊於大豆葉背面，每日收集綠椿象卵塊，將之黏貼在紙片上製成卵片，並在紙片下方加註產卵日期，將此卵片供綠椿象卵寄生蜂產卵，經 24 小時產卵寄生後，將卵片取出，放於寄生蜂飼育容器內待其羽化飼養。此種飼育容器是以寶特瓶 (容量 1,250 cc 裝) 製做，先將寶特瓶之底套以美工刀沿底線切除，作為飼育容器上下蓋，再將寶特瓶上下內縮部份切除，餘下高約 13 公分，口徑約 8.5 公分的塑膠圓筒，另在圓筒一端距口緣 2 公分處橫切一道長約 8 公分的切口，此端為容器之下端，然後在圓筒下端口緣 2 公分近切口處塗抹強力膠，同時覆以細尼龍網 (100 mesh)，再將事先切下的底套套上至切口處，至少經 24 小時晾乾，在圓筒上端同法覆以細尼龍網，不要塗強力膠，將切下底套套上，可任意取下，便於清洗。飼育容器下端長 8 公分的橫切口，將口向內壓，即可作為卵片插入或取出之孔道，操作時必須使用細長鑷子，飼養寄生蜂時只需將少量的純蜂蜜滴塗抹在上端細尼龍網上，寄生蜂即可在尼龍網內吸食。此種飼育容器，除飼育綠椿象卵寄生蜂之外，還可飼育多種寄生蜂，如茶蠶卵寄生蜂 (*Telenomus* sp.)、黃斑椿象卵寄生蜂 (*Anastatus colemani* Crawford)、小菜蛾小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kurd)、茶捲葉蛾赤眼卵蜂 (*Trichogramma chilonis*)、蛹寄生蜂 (*Rediobius* sp.)、茶姬捲葉蛾小繭蜂 (*Apanteles heichinensis* Sonan)、蛹寄生蜂 (*Brachymeria euplaeae* Westwood) 等。

㈣ 蒙氏瓢蟲大量繁殖

柑橘粉介殼蟲中，以球粉介殼蟲 (*Nipaecoccus filamentosus*) 和桔粉介殼蟲 (*Planococcus citri*) 最為重要。蒙氏瓢蟲 (*Cryptolaemus montrouzieri*) 為引進立足之天敵，對粉介殼蟲類均具捕食壓抑之效果，然而由於蒙氏瓢蟲性較緩慢，分散力較差，因而需要人為協助，將其繁殖釋放，成效較速，農試所曾於 1979 年從事大量繁殖研究，首先對上述兩種粉介殼蟲之代用寄主進行研究，經飼育比較結果發現桔粉介殼蟲用木瓜型的南瓜繁殖效果最佳，而球粉介殼蟲則用馬鈴薯芽飼育繁殖為佳，二者皆為蒙氏瓢蟲之喜好食餌。在每個木瓜型南瓜上或每盤馬鈴薯芽 (2 尺× 1.5 尺) 上經 30 天後分別可飼育得粉介殼蟲或球粉介殼蟲卵囊數 4,500 及 13,000 個，此時接入蒙氏瓢蟲之成蟲 10 對，分別可飼育得 150

及 240 隻成蟲。蒙氏瓢蟲產卵前期約 3 天，產卵期長達 40 天，在 3 雌 2 雄比例下，每隻雌蟲平均產卵量最高，約 660 枚。在食物不足之情況下，可在羽代後餵食蜜水 1-2 週，再接入粉介殼蟲卵囊，對其產卵量似無影響。粉介殼蟲之卵囊經 10 天 6℃之冷藏，對蒙氏瓢蟲之取食並無影響。

㈤捕植蟎的大量繁殖

由於捕植蟎尚不能利用人工飼料或代用食餌予以繁殖，僅只能以葉蟎飼育，而葉蟎亦僅能以植物飼育，因此對捕植蟎之大量繁殖包括了三步驟，即寄主植物之栽植，葉蟎之繁殖及捕植蟎之繁殖。爲了繼續不斷繁殖葉蟎必先栽植大量的寄主植物，並且發展價廉而不佔空間之繁殖技術，在溫室或網室內利用水稻育苗箱 (60 × 30 × 3 cm) 爲栽植器具，將本省特產之青皮豆 (大豆之一種，供綠肥用) 種子 1,000 粒平均撒播其上，以水耕法浮植於水槽內，當豆種發芽至眞葉完全展開時即將葉蟎種源室所飼養之二點葉蟎 (*Tetranychus urticae*) 或神澤氏葉蟎 (*T. kanzawai*) 連同豆株以每箱約 50,000 隻葉蟎數接於每箱豆株上，約需 10 至 14 天，每箱葉蟎數可繁殖得 630,000-800,000 隻，通常在溫網室內，因高溫及高濕常易發生蟲生眞菌寄生葉蟎，故需每星期施用一次殺菌劑 Antracol 或 Dithane M-45，以保障葉蟎之繁殖成功 (圖六)。捕植蟎之繁殖又分爲室內種源的飼育繁殖，和溫網室之大量繁殖二種方式：室內種源之繁殖飼育，是由農試所於 1985 年設計發展而成之塔式飼育盒，此盒每層高 5 cm，直徑爲 22 cm，可以一層層上疊而成塔狀，除了底部之外，每一層底部，均有大形孔洞，並且在側方具有二通氣窗，覆以細網，以防捕植蟎逃失，除使空氣流通之外，亦可去除過高的潮濕。將豆苗剪去莖部以下部份，留下葉片連同葉蟎放入飼育盒內，一般情況之下，放入 2,000 隻法拉斯捕植蟎 (*Amblyseius fallacis*)，每天添加葉蟎，層層上疊，經過 7-10 天，約可收穫 10,000 隻捕植蟎 (圖七)。

溫網室繁殖法：即在豆苗接以葉蟎之後，4-7 天每箱接入法拉斯捕植蟎約 1,000 隻，至 7-14 天後，可收穫 17,000-20,000 隻，在收穫之前應先取樣各苗之捕植蟎數是否達到每葉 20 隻以上 (包括卵粒)，如已達此數即應收穫，收穫是將豆苗之葉部剪下，放入紙袋內 (每箱一袋)，然後即予密封，在釋放之前先放入冰箱經 10℃ 之冷藏，冷藏 10 天以內死亡率甚低，對其生育亦無不利影響，且不妨礙其將來釋放後之活性。

㈥草蛉的大量繁殖

農試所於近年來發展完成草蛉幼蟲集體飼育技術，即以長×寬×高＝7 × 14 × 11.2 cm 容量約 1.1 公升之塑膠盒爲飼育盒，蓋上開有一直徑 4.7 cm 的通氣孔，孔上覆以 80 目的細沙網。爲了減少草蛉幼蟲間自殘的損失，在飼育盒中加入 1.5 cm 寬，185 cm 長之瓦楞紙條做成橢圓形紙卷三卷，另加入 1 mm 以下大小的保利龍屑 2.5 毫升，供作草蛉幼蟲之背負物，每盒放置 0.4 克外米綴蛾卵 (*Corcyra cephalonica*)，供爲草蛉幼蟲之食物，隨即接入 100 隻初孵化之草蛉幼蟲，在 28 ± 0.5℃，70% RH 及每日光照 14 小時生長箱中飼育，每三日餵食蛾卵一次，在此情況下，平均每隻幼蟲所占之空間僅 11 cm^3。平均成蟲獲得率 80 %，每 ml 飼料卵可生產 14.8 隻草蛉成蟲，此結果在相較國內外學者之飼育結果，均屬較優者，將來只需將此系統適度擴大，即可建立生產線，以機械化自動化大量生產草蛉 (圖八)。

以往草蛉大量飼育最可行的方法，是使用外米綴蛾的卵爲食物，做單隻飼養，但在飼育飼料蛾所耗費的人工最大，因此如何減少操作人工實爲當務之

急。農試所吳子淦先生成功地改良了大量飼養外米綴蛾幼蟲及有效收集成蛾之方法，可大幅減低飼料卵的生產成本。近年來農試所李文台先生更從事人工飼料微膠囊化之研究，在飼料配方及膠囊製做技術上均有突破性發展，極具應用潛力，可以部份或甚至全部取代外米綴蛾卵，飼育草蛉幼蟲。

作物害蟲(蟎)生物防治之成果

一、可可椰子紅胸葉蟲之生物防治

可可椰子紅胸葉蟲 (*Brontispa longissima* Gestr.) 於 1975 年首次在屏東發現，即迅速由南而北蔓延，並擴散至東部，至 1986 年已蔓延至台北，至此，全省可可椰子均遭其嚴重危害，該蟲食害可可椰子的心葉部，被害部位常傷及生長點，故使心葉枯萎，終至全株枯死。因椰樹高大，施藥困難，且部份椰樹種在養殖魚塭周圍，施藥防治有毒殺池魚之危險，故農試所乃積極發展其生物防治之研究工作，據文獻記載，該蟲之天敵有毛小蜂科之 *Haeckeliana brontispae*、*Trichogrammatoidea nana*、跳小蜂科之 *Ooencyrtus* sp. 以及釉小蜂科之紅胸葉蟲釉小蜂 (*Tetrastichus brontispae* Fer.)。此釉小蜂在索羅門，美屬薩摩阿、法屬波里尼西亞、關島、馬來西亞、爪哇、塞班、西里伯等島嶼均被利用於防治 *Bronstispa.* 屬之可可椰子葉蟲，且於部份地區獲得良好之防治效果。農試所於 1983 年自關島引進該釉小蜂 (圖 九)，並自 1984 年 1 月起釋放於澄清湖及林邊之椰樹上，初期結果顯示該寄生蜂在台灣環境下可以生存立足，對紅胸葉蟲之寄生情形良好，其寄生率平均為 9.3-79.5%。農試所乃在室內大量繁殖該寄生蜂，將之分批釋放於屏東椰子產區，並商請當時屏東農專陳仁昭教授協助，此後再擴大釋放於台東及花蓮地區椰林，並由台東區及花蓮區農改場協助釋放及評估成效，然後再擴大釋放至嘉義大埔、雲林斗南、高雄湖內及台北植物園，至 1986 年 5 月止，計釋放釉小蜂共 106 次，共計 143,082 隻成蜂，各地區釋放次數為 1 至 14 次，寄生率可達 90% 以上，該釉小蜂釋放後都能在各該地區立足，且能自行分散至鄰近椰子產區，其中澄清湖，大樹，林邊以及知本等地區均獲致明顯防治成效。釉小蜂可寄生於紅胸葉蟲之老熟幼蟲及蛹齡 1-6 天之蛹體，而以 1-4 天之蛹最為所好，根據多年之試驗成效判斷，在釋放釉小蜂一年至一年半期間即能獲得良好之防治效果，並經美國夏威夷農部專家賴博永博士評估肯定為近年來本省害蟲生物防治最具成效的案例之一，果然時至今日，可可椰子已經恢復了往日生機，並早已欣欣向榮地為此成功事實，做美好的見證。

二、亞洲玉米螟之生物防治

八〇年代為配合政府稻田轉作政策，而玉米是轉作之主力作物，在玉米害蟲中以玉米螟最為重要，故由農試所，台南區農改場玉米中心，及花蓮區農改場合作進行玉米螟之防治，農試所首先自本省各地調查玉米螟之天敵，發現寄生於玉米螟卵寄生蜂計有 3 種：即 *Trichogramma ostriniae*，*T. chilonis* 和 *Trichogrammatoidea* sp.，其中 *T. ostriniae* 係本省玉米田中之優勢種 (圖 十)，亦為本省新記錄種，經室內飼育試驗評估，*T. ostriniae* 對玉米螟卵之寄生能力較 *T. chilonis* 顯著為優，故自此僅大量繁殖此優勢種，供作本省玉米螟生物防治利用，並分別由台糖公司烏樹林糖廠、台南區農業改良場朴子分場及花蓮光復糖廠大量繁殖卵寄生蜂，並製成卵片，供應全省玉米產區之需要。

同時進行對 *T. ostriniae* 飼養技術之改

進，環境因子如風速、溫度、相對濕度及寄主植物對寄生蜂影響也完成試驗。又為發展玉米螟綜合防治，進而測定政府推荐之各種藥劑對 *T. ostriniae* 及 *T. chilonis* 之毒性，結果顯示殺菌劑較為安全，但各種殺蟲劑，對卵寄生蜂之毒性均高，故建議在釋放卵寄生蜂之前後，3-4 天不宜施用殺蟲藥劑。

田間試驗證明，自玉米發芽後 20-25 天開始，釋放 *T. ostriniae* 300,000-360,000 隻/公頃，全期釋放 4 次，雖然可顯著升高玉米螟卵之被寄生率，但尚不能達理想之防治效果，但可減少施藥 1-2 次，台南場玉米中心因而研究一綜合防治模式，即配合 3 次低毒性藥劑之處理，再配合摘除 2/3 的雄穗，即可達理想的防治效果，綜合 1985、1986、1987 三年之試驗結果，綜合防治試驗區之赤眼卵蜂寄生玉米螟卵塊率及玉米被害率，均有顯著之成效，而產量在綜合防治區較傳統防治區平均可增加 10%。

三、柑橘木蝨之生物防治

據調查台灣柑橘木蝨寄生性天敵有 3 種，分別為紅腹跳小蜂 (*Diaphorencyrtus diaphorinae* (Lin & Tao)) 及 2 種寄生菌 (*Capnodium citri* B & Desm 與 *Cephalosphorium lecanii Zimm.*)；捕食性天敵則有 10 種，分別為臺灣草蛉 (*Chrysopa septempunctata* Wesmael)、安平草蛉 (*Mallada boninensis* (Okamoto))、瓢蟲 (*Cheilomenes quadriplagiata Swartz*)、雙帶盤瓢蟲 (*Coelophora biplagita* (Swartz))、黑色瓢蟲 (*Leis axyridis* (Pallas))、六條瓢蟲 (*Menochilus sexmaculatus* Fab.)、粉白小黑瓢蟲 (*Serangium* sp.)、八斑瓢蟲 (*Symharmonia octomaculata* Fab.)、巨眼椿象 (*Geocoris* sp.) 及蠅虎 (*Marpissa tigrina Tikader*) 等，其中以紅腹跳小蜂最重要，但其重複寄生蜂種類多，寄生率高，使其重要性大打折扣，其他天敵發生均較晚，繁殖速度緩慢，與柑橘木蝨之發生無法同步，加以寄主並不專一，故利用價值不高。

農試所於 1983 年 12 月至 1986 年 6 月曾分 4 次自留尼旺島 (Reunion) 引進亮腹釉小蜂 (*Tamarixia radiata* (Waterston)) (圖十一)，共引進 62 隻 (19 雄，43 雌)，經檢疫後在飼養室增殖，於 1984 年 5 月至 1988 年 4 月共繁殖 21,164 隻，分別在農試所 (台中霧峰) 甜橙園以及 13 縣市之 39 處月橘綠籬上釋放，至 1987 年 11 月該蜂被證實已在臺灣全島立足，亮腹釉小蜂在臺中地區寄生效果顯著，約佔 95% 之優勢，2-4 月間對柑橘木蝨之寄生率可達 80-99.7%，顯著壓抑柑橘木蝨族群之增長，並穩定維持每 10 cm 長月橘枝條上柑橘木蝨成蟲 0.2-1.1 隻，且未見其顯著遷飛，與紅腹跳小蜂之種間競爭非但不明顯，且對柑橘木蝨之防治具協力效果，被重複寄生率僅 5.6%，尚不致影響亮腹釉小蜂對柑橘木蝨之抑制效果。至於在施藥或廢棄之柑橘園，由於園內柑橘發芽期與施藥影響柑橘木蝨發生之穩定性，及病株存在等問題，致使柑橘園內柑橘木蝨之防治不適應用生物防治。

四、小菜蛾之生物防治

近二十年來，小菜蛾 (*Plutella xylostella* (L.)) 已成為十字花科蔬菜的首號大敵，由於頻繁施用化學藥劑予以防治，迫使其對各類藥劑產生高度之抗藥性，藥劑防治似乎甚難澈底解決小菜蛾的問題。故其他非農藥防治之技術逐漸受人重視。1985 年亞洲蔬菜中心自印尼引進小菜蛾的寄生蜂－小姬蜂 (*Diadegma eucerophaga Horstmann*)，此姬蜂為印尼於 1950 年代自紐西蘭所引進者。另配合臺灣本土的小菜蛾小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kundjumov) 進行了一連串的生物防治試驗。

亞蔬中心利用這兩種小菜蛾幼蟲之寄生蜂在室內，溫室內及小面積之田間試驗，以評估引進小姬蜂對小菜蛾幼蟲之寄生能力，室內和溫室試驗均證明引進之小姬蜂對小菜蛾之尋找能力較本地者爲佳，田間試驗則在網罩下進行，在甘藍種植 1 個月時，小姬蜂對小菜蛾的寄生率爲 13.1%，但至甘藍即將收穫時其寄生率已高達 65.4%，雖然如此，但產量及品質仍然不能與藥劑防治者相抗衡。在臺灣平地及低於海拔 700 公尺情況下，任你重複釋放此種小姬蜂在甘藍園亦無法使其立足，而在高於 1,000 公尺之高山地帶，此小姬蜂立足正常，並且小菜蛾幼蟲被寄生率甚高，在此情況之下，小菜蛾已不成爲嚴重的害蟲了。此種利用技術已經轉移給東南亞各國。

五.桑樹葉蟎之生物防治

葉蟎是台灣桑樹主要的害蟲，雖然記錄有 7 種葉蟎，但其中以神澤氏葉蟎 (*Tetranychus kanzawai*) 最爲重要，而常見之天敵爲 5 種捕植蟎，其中以溫氏捕植蟎 (*Amblyseius womersleyi*) 最重要 (圖 12)，其與神澤氏葉蟎之族群變動模式最爲吻合，因而選用溫氏捕植蟎爲生物防治之材料，當時 (1983) 由中興大學昆蟲系進行此工作，並建立捕植蟎大量繁殖流程，年產量爲 2 千萬至 2 億隻，每公頃釋放 10 萬隻即可達滿意之防治效果。

進一步農試所自 1985 年起在桑園釋放引進之法拉斯捕植蟎並改進捕植蟎之大量繁殖技術，將此技術轉移至蠶蜂業改良場，當年釋放了法拉斯捕植蟎 5 百多萬隻，釋放面積達 179.33 公頃，在苗栗、南投、嘉義均獲得明顯的防治效果，可以完全不用藥劑防治葉蟎，因而減除了蠶隻中毒機會，並且顯著增加蠶繭重，因而可達增加蠶絲產量之功，此一成果榮獲臺灣省農業發展基金之獎勵。

六.梨樹葉蟎之生物防治

台灣梨樹害蟎種類不少，包括葉蟎 (*Tertanychids*) 7 種；僞葉蟎 (*Tenuipalpids*) 5 種，銹蟎 (*Eriophyiids*) 1 種。但其中以二點葉蟎 (*T. urticae*) 和歐州葉蟎 (*Panonychus ulmi*) 最重要，而此二葉蟎均爲入侵本省之種類，並且對大多數殺蟎劑均具甚高之抗藥性，爲了防治此類入侵之葉蟎，除施用藥劑之外，農試所引進了多種天敵，如西方捕植蟎 (*Metaseiulus occidentalis*)，但因不適本省高溫高濕之氣候，飼育困難，在田間立足更是不易；而加州捕植蟎 (*Amblyseius californicus*) 在室內大量繁殖情況甚佳，也表現很高的生殖能力，但在高山溫帶果園釋放，並未立足；法拉斯捕植蟎 (*A. fallacis*) (圖 13) 不但在室內繁殖容易，並且在田間亦能立足，農試所曾於 1985 年於梨山地區 (松茂) 釋放法拉斯捕植蟎 (約 1,000 隻/株)，經 4 星期之調查，其對二點葉蟎的防治率可達 73%，而對歐洲葉蟎者則達 87%。冬季落葉之後，繼續調查地表植物，自 12 月至次年之 4 月，法拉斯捕植蟎均出現於各種雜草上。繼續捕食在雜草上之二點葉蟎，並且產卵繁衍。

同時並測試 16 種殺蟎劑，16 種殺菌劑及 10 種殺蟲劑對法拉斯捕植蟎之毒性，結果發現殺蟲劑對捕植蟎毒性較高，尤其是合成除蟲菊劑毒性最高；殺蟎劑之毒性中等，而殺菌劑均屬安全，故應可供擬訂一綜合防治模式之依據。

七.草莓葉蟎生物防治

台灣草莓害蟎記錄 7 種，但其中以神澤氏葉蟎和二點葉蟎 (*Tetranychus urticae*) 最爲重要。農試所曾進行多年草莓葉蟎之生態研究，進而於 1981 年進行了一連串的生物防治之試驗：早先是利用溫氏捕植蟎 (*Amblyseius womersleyi*)

於台中進行對草莓神澤氏葉蟎之防治試驗，在葉蟎密度達200隻/葉時，分別釋放2、5、10、20 隻/株之溫氏捕植蟎，在經過約1個月，即達明顯之防治效果，高釋放天敵量之效果尤佳，此一試驗已證明本土天敵－溫氏捕植蟎對本土之神澤氏葉蟎確具防治之功效。但在同年於苗栗進行草莓二點葉蟎之生物防治，效果甚不理想。為了證明溫氏捕植蟎對本土之神澤氏葉蟎及外侵之二點葉蟎捕食之偏好性。農試所亦進行了室內之測試發現在25 cm^{2}之面積內葉蟎密度之增加，可促使溫氏捕植蟎捕食量增加，但至160隻以上時，溫氏捕食蟎對二點葉蟎之捕食量不再增加，並且有逐漸下降趨勢，而在相同情況，溫氏捕植蟎對神澤氏葉蟎之捕食量仍隨食餌量之增加而增加。此測試證明除了葉蟎密度高造成對捕食之干擾之外，食餌蟎之偏好，亦應為主要原因。因而農試所先後自美國引進加州捕植蟎 (*Amblyseius californicus*)，法拉斯捕植蟎 (*A. fallacis*)，及智利捕植蟎 (*Phytoseiulus persimilis*)，試驗證明，加州捕植蟎不能在苗栗地區立足，而法拉斯捕植蟎和智利捕植蟎則證明可以立足，農試所隨即發展一套以生物防治為主軸的綜合防治草莓之病蟲害模式，即在草莓之生育期至開花期之前，可以施用化學藥劑防治各類病蟲害，但至草莓一旦開花，即應全面停止化學藥劑施用，當葉蟎密度達2隻/小葉時或30%之取樣葉片已被寄生時，即以10隻/株之量釋放法拉斯捕植蟎或智利捕植蟎，但如果發現捕植蟎無法有效壓抑葉蟎時，即應施以選擇性殺蟎劑或增加捕植蟎之釋放量。經過3年之試驗，證明此法甚為理想，可增加草莓果實之品質和產量。

近年來，本所將草蛉大量繁殖技術轉移至蠶蜂業改良場，該場亦將草蛉幼蟲釋放於草莓，對其上之二點葉蟎亦有成效，並且由於減少施藥，使田間蜜蜂數量明顯增加，授粉正常，可提高優等果品之比率，增加農民收益。

八木瓜葉蟎之生物防治

經多年田間調查，木瓜上葉蟎種類主要為神澤氏葉蟎 (*Tetranychus kanzawai*)，其次為柑橘葉蟎 (*Panonychus citri*)，皮爾斯葉蟎 (*T. piercei*) 和赤葉蟎 (*T. cinnabarinus*)，故防治對象以神澤氏葉蟎為主，木瓜對葉蟎為害極為敏感，通常葉蟎先自掌狀葉基部沿放射狀葉脈兩側為害，被害葉表初成灰白色瘤狀突起，逐漸因水份及養液傳導受阻以致枯死而成破孔，終至全葉黃化而脫落。更有甚者，木瓜對殺蟎劑甚為敏感，施藥後常產生嚴重之藥害，尤其在網罩內更為顯著(圖十四)。故運用生物防治木瓜葉蟎應為必然之趨勢。

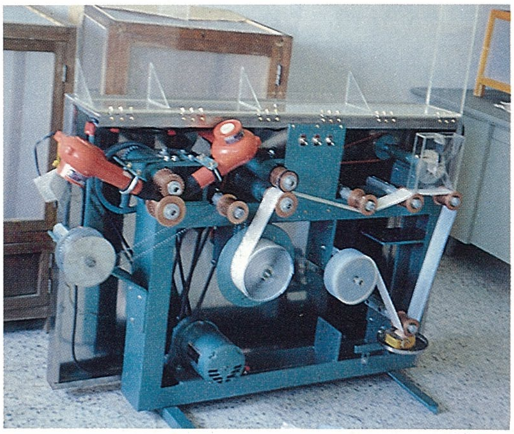
農試所與鳳山分所於1991至1992年間合作從事網罩木瓜之葉蟎生物防治試驗，利用引進之法拉斯捕植蟎 (*Amblyseius fallacis*) 和智利捕植蟎 (*Phytoseiulus persimilis*) 進行田間試驗(圖十五)，首先測定釋放捕植蟎之位置，即分別釋放於最下層之第1片葉，中層的第10片葉及上層第20片葉，觀察其分散遷移之狀況，葉蟎發生先自下層老葉開始逐漸上升為害中層葉片，而上層葉片甚少被害，且捕植蟎均有向上分散遷移之習性，因此選釋放點以最下層之葉片為宜。

農試所曾於1988-89年於臺中霧峰進行露地栽培木瓜葉蟎生物防治試驗，於8月9日，當葉蟎密度達1,141隻/葉時，即以約1/25之比每株釋放法拉斯捕植蟎1,000隻，至10月18日再釋放一次，可有效壓抑葉蟎之發生密度達6個月以上，捕植蟎與葉蟎完全呈現同步狀態，此試驗初步證明引進之法拉斯捕植蟎，確可有效防治木瓜葉蟎。

圖一

圖二

圖三

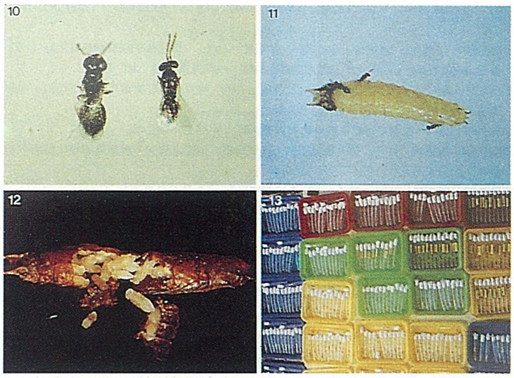


圖四

圖五

圖一、天敵檢疫室於1985年落成使用。
圖二、生物防治研究室及天敵繁殖室於1987年落成啓用。
圖三、害蟎生物防治研究用溫室於1989年完工啓用。
圖四、卵片機研發於1982年設計製成原型機問世。
圖五、外米綴蛾大量繁殖技術改進，使幼蟲飼育和成蛾收集連成一氣大幅減低集蛾工資。

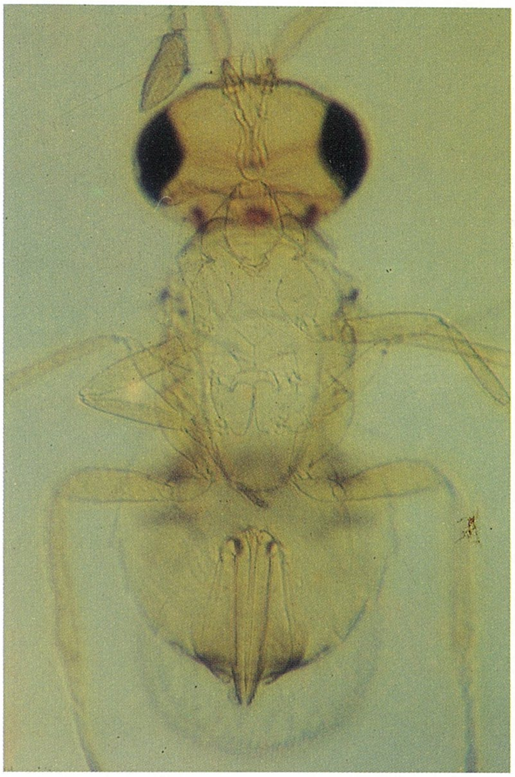
圖六



圖九

圖七

圖八

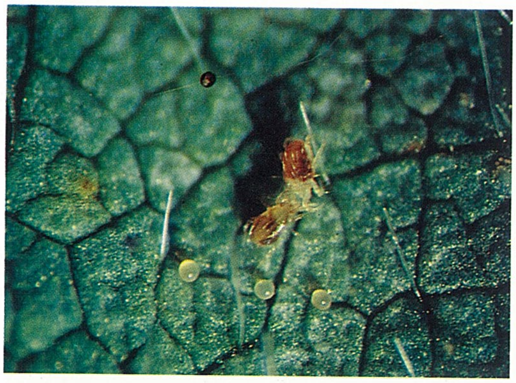


圖十

圖六、以水耕法大量繁殖葉蟎為捕植蟎大量生產之基礎。
圖七、塔式飼育器可在室內有限空間大量生產捕植蟎。
圖八、草蛉之大量生產已經完成自動化生產線之規劃。
圖九、農試所於 1983 年自關島引進紅胸葉蟲釉小蜂。
圖十、赤眼卵寄生蜂之雌蜂放大。

圖十一

圖十四



圖十二

圖十三

圖十五

圖十一、自法屬留尼旺島引進之亮腹釉小蜂正產卵寄生柑橘木蝨若蟲。
圖十二、本省產溫氏捕植蟎正在捕食神澤葉蟎。
圖十三、法拉斯捕植蟎是自美國引進者，在本省高山亦可立足捕食葉蟎。
圖十四、木瓜栽植於網內雖可防止輪點毒素病危害，但葉蟎成了頭號害蟲。
圖十五、智利捕植蟎是自美國和澳洲引進者，在網室內對木瓜葉蟎抑制力甚強。

農試所與鳳山分所於 1991 年和 1992 年在高雄連續進行兩次網室木瓜葉蟎之生物防治試驗及示範，分別以法拉斯捕蟎和智利捕植蟎各以 500 、 1,000 、 1,500/每株之釋放量，結果各不同釋放天敵區，效果均甚顯著，但三處理間並無顯著差異，但初期之成效智利捕植蟎較佳，二種天敵釋放量在 500 隻/株之下，應已足夠。天敵釋放區，神澤氏葉蟎密度即隨之大幅下降，並且與藥劑防治區比較，施藥區神澤氏葉蟎密度反較天敵釋放區爲高，藥劑似對葉蟎防治效果甚差，並且在施藥區，木瓜葉片多發生藥害，造成雙重之損失。因此曾就工資、水電費、油脂、消耗材料、溫網室折舊維修等比較網室栽培木瓜葉蟎生物防治與藥劑防治之每株成本，計算結果，生物防治區每株木瓜之成本爲 15 元、而藥劑防治之成本爲 22.4 元。此一防治成本評估尚未將木瓜產量及品質提高計算在內，顯示木瓜葉蟎之生物防治可行性極高，由農民之熱烈參予和對天敵索取之殷切，便可看出其前途無限。

近年，蠶蜂場獲得農試所之草蛉大量繁殖技術，以提供農民草蛉種源，由農民自行繁殖之方式，進行小面積之生物防治試驗並舉辦田間觀摩會，成效可觀，較藥劑防治更爲便宜，並可提升木瓜品質。釋放草蛉於網罩木瓜園，僅能利用其幼蟲一代，幼蟲化蛹，羽化爲成蟲，因無成蟲之食餌 (如蜜露或花蜜，木瓜花蜜草蛉不能利用)，因此不能產卵繁衍第二代。這是草蛉不如捕植蟎之處，需要多次釋放，方能達有效壓抑葉蟎之效果。

結　　論

台灣位居亞熱帶和熱帶地區，中央山脈高峻，將台灣之氣候又垂直區分爲熱帶、亞熱帶、溫帶，因此植物相甚爲複雜，害蟲和益蟲種類繁多，害蟲之防治工作亦較繁雜，過去二十年間，在試驗研究人員辛勤耕耘下已經獲致豐碩的成果，此一系列的成就，正表示本省作物害蟲生物防治仍有足夠的空間可供大家發揮，值此即將邁向廿一世紀的前夕，回顧過去，策勵未來，寄望生物防治工作能受到更多的重視與支持，尤其面對此生態保育及重視環保的新時代，農業的永續發展，更有賴生物防治之廣泛應用。

引用文獻

1. 朱耀沂、林鼎翔、穆萃　1976　九種防治二化螟之殺蟲劑對水稻害蟲及其捕食性天敵之相對毒性。植保會刊 18: 369-376。
2. 何琦琛　1990　利用法拉斯捕蟎及智利捕植蟎防治茶神澤氏葉蟎之探討。中華農業研究　39(2): 133-140。
3. 何琦琛、陳文華　1991　桑園神澤氏葉蟎之生物防治。台灣農業　27(1): 82-89。
4. 何琦琛、黃勝泉、王世華　1989　神澤氏葉蟎爲害桑葉對家蠶繭產量影響之評估。中華昆蟲 9: 203-209。
5. 何琦琛、羅幹成　1979　溫度對二點葉蟎 *Tetranychus urticae* 生活史及繁殖力之影響。中華農業研究　28(4): 261-271。
6. 何琦琛、羅幹成　1992　葉蟎之生物防治技術。病蟲害非農藥防治新技術研討會專刊　15-29 頁。
7. 李文台　1988　葉蟎天敵－捕植蟎之大量繁殖簡介。農業科技　124: 19-21。
8. 李文台　1994　基徵草蛉微膠囊人工飼料製作技術開發。中華昆蟲 14(1): 47-52。
9. 李文台　1995　基徵草蛉幼蟲集體飼

育技術改進。中華昆蟲 15(1): 11-17。
10. 李文台、羅幹成 1989 草莓二點葉蟎綜合防治法之研究 中華昆蟲特刊第 3 號。第一屆蟎蜱學研討會 125-137 頁。
11. 吳子淦 1992 以基徵草蛉防治柑橘葉蟎之可行性探討。中華昆蟲 12 (2): 81-89。
12. 吳子淦 1993 外米綴蛾飼育及成蛾收集方法之改進。中華昆蟲 13(1): 9-15。
13. 吳子淦、林香如、羅幹成 1985 殺蟎劑對二點葉蟎及加州捕植蟎之選擇性。 中華農業研究 34(4) : 469-476。
14. 吳子淦、羅幹成 1988 農藥對柑橘葉蟎、安平草玲及黑卵蜂之毒性。植保會刊 30: 371-378。
15. 吳國家、羅幹成 1979 台灣蘋果之新害蟎－歐洲葉蟎。中華農業研究 28(2): 125-126。
16. 邱瑞珍 1966 台灣農作物害蟲之生物防治。台灣植物保護工作昆蟲篇 11-22 頁。
17. 邱瑞珍 1978 水稻僞黑尾葉蟬與褐飛蝨之天敵 p 47-82.。邱人璋主編：〝水稻病蟲害：生態學與流行學〞 農復會印行 331 頁。
18. 邱瑞珍、周樑鎰 1976 斜紋夜盜 (*Spadoptera litura* Fab.) 之寄生蜂。中華農業研究 25: 227-241。
19. 邱瑞珍、周樑鎰、吳文哲 1978 台灣甘藷鱗翅類害蟲寄生性天敵之調查初報。中華農業研究 27: 61-66。
20. 邱瑞珍、周樑鎰、周根清 1981 膠蟲天敵調查初報。中華農業研究 30: 420-425。
21. 邱瑞珍、陳仁昭、周樑鎰、周根清、沈昌明 1988 可可椰子紅胸葉蟲之生物防治。中華農業研究 37(2): 211-219。
22. 邱瑞珍、鄭清煥 1976 防治稻蟲藥劑對飛蝨葉蟬類捕食性天敵之毒性。植保會刊 18: 254-260。
23. 邱瑞珍、賴博永、陳炳輝、陳仁昭、蕭榮福 1985 可可椰子紅胸葉蟲寄生蜂 (*Tetrastichus brontispae*) 之引進繁殖與釋放試驗。中華農業研究 34: 213-222。
24. 邱瑞珍、錢景秦 1972 小菜蛾 (*Plutella xylostella* L.) 幼蟲寄生小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kurd) 之觀察。植保會刊 14: 145-152。
25. 邱瑞珍、錢景秦、周樑鎰、陳炳輝 1981 十字花科蔬菜害蟲之生物防治。十字花科蔬菜生產與害蟲防治研討會專刊 32-73 頁。
26. 施劍瑩、李學進 1980 神澤氏葉蟎及家蠶幼蟲棲群對殺蟎劑之數量反應。興大昆蟲學報 15:309-317。
27. 陳秋男 1988 害蟲生物防治。中美技術季刊 33(1): 31-39。
28. 陳炳輝、邱瑞珍 1979 六點狼蛛與裂頭小盤蛛之消長及受稻田施藥之影響。中華農業研究 28: 285-290。
29. 陳炳輝、羅幹成 1991 台灣害蟲與害蟎之生物防治。近年來台灣昆蟲學之研究發展研討會專刊 127-136 頁。
30. 陳健忠 1992 玉米螟赤眼卵蜂之生態與利用。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 5-13 頁。
31. 陳健忠 1994 玉米螟赤眼卵蜂釋放技術改進。雜糧作物保護研討會專刊 291-301 頁。
32. 陳健忠、邱瑞珍 1983 台灣稻縱捲葉蟲天敵之調查。中華農業研究 32: 286-291。
33. 陳健忠、邱瑞珍 1986 釋放赤眼卵蜂 (*Trichogramina chilonis*) 防治稻縱捲葉蟲及影響該蜂活動因子研究。

中華農業研究 35: 99-106。
34. 陳際松 1983 茶樹保護研究成果與檢討。台灣茶業研究彙報 2: 112-133。
35. 陶家駒、羅幹成 1968 台灣省柑橘害蟲昆蟲類天敵調查。中華農學彙刊 1: 72-109。
36. 陶家駒、羅幹成、許洞慶 1968 捕食蚜蟲之食蚜虻及食蚜蠅。農業研究 17(3): 1-13。
37. 陶家駒、羅幹成、許洞慶 1969 捕食蚜蟲之瓢蟲。中國農業 1-41頁。
38. 曾信光 1988 利用寶特瓶飼養茶樹害蟲天敵寄生蜂之研究。台灣茶業研究彙報 7: 27-30。
39. 曾信光、蘇宗宏 1986 綠椿象卵寄生蜂之大量繁殖及冷藏試驗。興大昆蟲學報 19: 39-44。
40. 曾清田、吳炎融 1994 玉米螟赤眼卵蜂大量繁殖技術改進。雜糧作物保護研討會專刊 273-289。
41. 張弘毅 1981 桑葉蟎及其捕植蟎類之棲群生態。國立中興大學碩士論文 台中 98 pp。
42. 張良傳 1974 殺蟲劑對小菜蛾小繭蜂 (*Apanteles plutellae*) 之毒性測定。中華農業研究 23: 143-148。
43. 鄭文義 1991 台灣甘蔗害蟲之研究與發展。近年來台灣昆蟲學之研究發展研討會專刊 167-181頁。
44. 錢景秦 1989 柑橘木蝨之生物防治 柑橘試驗研究成果專題研討會專集。台灣省農業試驗所特刊第27號 187-190頁。
45. 錢景秦 1995 寄生蜂在柑橘木蝨防治體系之角色 台灣柑橘之研究與發展研討會專刊。農試所專刊第51號 245-261頁。
46. 錢景秦、邱瑞珍、古琇芷 1988 柑橘木蝨之生物防治 1. 亮腹釉小蜂 (*Tetrastichus radiatus*) 之引進繁殖與釋放試驗。中華農業研究 37: 430-439。
47. 錢景秦、周樑鎰、邱瑞珍 1983 三紋螟蛾之生物特性及其天敵。中華農業研究 33: 181-189。
48. 蕭素女、曾信光 1992 茶姬捲葉蛾之綜合防治。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 153-158。
49. 羅幹成 1978 臺灣葉蟎及防治方法對其天敵之影響。「昆蟲生態與防治」研討會講稿集 203-215頁。
50. 羅幹成 1988 果樹葉蟎之綜合防治。中華昆蟲特刊第2號 61-70頁。
51. 羅幹成 1989 葉蟎之生態習性及綜合防治策略。中華昆蟲特刊第3號 第一屆蟎蜱學研討會 79-91頁。
52. 羅幹成、何琦琛 1979 溫度對長毛捕植蟎生活史繁殖力及捕食能力之影響。中華農業研究 28(4): 237-250。
53. 羅幹成、何琦琛、曾信光 1984 草莓葉蟎之生態研究。中華農業研究 33(3): 337-344。
54. 羅幹成、何琦琛、吳子淦、林香如 1986 溫帶梨樹葉蟎類棲群動態及綜合防治之研究。農學團體聯合年會特刊 98-111頁。
55. 羅幹成、何琦琛、陳瑞慈 1979 扁捕植蟎 (*Amblyseius taiwanicus*) 人工繁殖及水稻常用藥劑對其毒性之初步測定。中華農業研究 28(4): 251-259。
56. 羅幹成、吳子淦 1989 柑橘害蟲及蟎類綜合防治 柑橘試驗研究成果專題研討會專集。台灣省農業試驗所特刊第27號 179-187頁。
57. 羅幹成、邱瑞珍 1986 台灣柑橘害蟲及其天敵圖說。台灣省農業試驗所特刊第20號 75頁。

58. 羅幹成、陶家駒 1964 柑橘紅蜘蛛天敵調查及藥劑防治對其安全之檢討。中華農學會報 48: 35-49。
59. 羅幹成、陶家駒 1966 台灣柑橘球粉介殼蟲之天敵。農業研究 15(4): 53-56。
60. 羅幹成、曾信光、何琦琛 1984 草莓葉蟎生物防治(Ⅰ)。中華農業研究 34(4): 406-417。
61. 羅幹成、趙若素 1975 一般農藥對兩種紅蟎重要天敵毒性之初步試驗。中華農學會報 (92): 81-86。
62.Cheng, W. Y. 1984. Research on *Trichogramma chilonis* Ishii and its utilization for the control of sugar cane borer in Taiwan. Proc. Symp. on〝Biological control of crop pests〞at TARI. 41-58。
63.Shin, T. C. I. 1984. Field evaluation of five species of *Amblyseius* on *Tetranychus kanzawai*. p. 710-716. in D.A. Giffiths and C. E. Browman eds. Acarology IV vol, Z. John wiley & Sons, Chichester, England.
64.Shih, T. C. I. 1985. Biological control of mulberry spider mite, *Tetranychus kanzawai* with augmentation of *Amblyseius womersleyi*. A review of the biological of crop pests in Taiwan. 21-27。
65.Chiu, S. C., and Chen, C. C. 1984. Biological control of the Asian corn borer in Taiwan. Proc Symp. on〝Biological control of crop pests〞at TARI. 23-30.
66.Chin, S. C., and Chen, B. H. 1985. Importation and establishment of *Tetrastichus brontispae* a parasitoid of the coconut beetle in Taiwan. A review of the biological control of crop pests in Taiwan, 12-13.
67.Chiu, S. C., Chou, L. Y., Chou, K. C., and Chu, Y. I. 1985. Survey of the natural enemies of the lac insect, *Kerria lacca*, in Taiwan. Review of the biological control of crop pests in Taiwan (1981-1984). 9-11.
68.Chin, S. C., Lo. K. C., Chien, C. C., and Chen, C. F. 1985. Biological control of citrus pests in Taiwan. A review of the biological control of crop pests in Taiwan (1981-1984) 1-8。
69.Ho, C. C. 1990. Within-plant distribution of *Tetranychus kanzawai* Kishida on mulberry. Chinese J. Entomol. 10: 191-199.
70.Ho, C. C., and Chen, W. H. 1992. Control of phytoseiids in a spider mite mass-rearing system (Acari:Phytoseiidae, Tetranychidae). Exp. & Appl. Acarol 13: 287-293.
71.Lee, W. T., Ho, C. C., and Lo, K. C. 1990. Mass production of phytoseiids: 1.Evaluation on eight host plants for the mass-rearing of *Tetranychus urticae* Koch and. *T. kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae). Jour. Agric. Res. China. 39(2): 121-132。
72.Lo, P. K. C. 1984. The role of a native phytoseiid mite, *Amblyseius longispinosus* (Evans)in the biological control of two spider mites on strawberry in Taiwan. Acarology VI Vol. 2: 703-709.
73.Lo, P. K. C. 1984. Present status of biological control of mite pests in Taiwan. Proc. Symp. on〝Biological control of crop pests〞at TARI. 31-39.
74.Lo, P. K. C., Lee, W. T., Wu, T. K., and Ho, C. C. 1990. Use of predators to control spider mites (Acarina:Tetranychidae) in the Republic of China on Taiwan. The use of natural enemies to

羅幹成

現職：臺灣省農業試驗所 研究員兼系主任

學歷：1. 國立臺灣大學學士(1961)
2. 國立臺灣大學碩士(1965)

經歷：1. 臺灣省農業試驗所技正(1974-79)
2. 臺灣省農業試驗所副研究員(1979-84)
3. 國立臺灣大學兼任教授(1988-迄今)

陳秋男

現職：行政院農委會植保科 簡任技正兼科長

學歷：1. 國立臺灣大學學士(1965)
2. 美國伊利諾大學博士(1973)

經歷：1. 臺灣植物保護中心技正(1973-82)
2. 行政院農發會簡任技正(1983-84)
3. 臺大、興大兼任教授(1974-迄今)

control agricultural pests. FFTC Book Series No. 40: 166-178.

75.Talekar, N. S.,Yang, J. C., Liu, M. Y., and Ong, P. C. 1990. Use of parasitoids to control the diamondback moth, *Plutella xyloslella* (Lepidoptora: Yponomeutidae). The use of natural enemies to control agricultural pests. FFTC Book Series No .40: 115-123.

76.Tao, C, C., and Chiu, S. C. 1971. Biological control of citrus, vegetables and tobacco aphids. Special Publication TARI. No. 10,110 pp.

77.Tseng, C. T. 1990. Use of *Trichogramma ostriniae* (Hym., Trichogrammatidae), to control the oriental corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Lep., Pyralidae), in the Republic of China on Taiwan. The use of natural enemies to control agricultural pests. FFTC Book Series No. 40:

ABSTRACT

Lo, K. C. and Chen, C. N. 1995. Recent Progress in the biological control of crop pests in Taiwan. Plant Prot. Bull. 37:357-380. (Taiwan Agricultural Research Institute, and Council of Agriculture)

This paper described recent progress made in the last 20 years in the biological control of crop pests in Taiwan, including survey and identification of natural enemies, conservation and augmentation of the indigenous natural enemies, the introduction of exotic parasitoids and predators, and mass-production of natural enemies, etc.

(key words: crop pests, natural enemies, conservation, introduction, mass-production, biological control)